



Gp # 2661  
#7

J-Epps

RECEIVED 1/16/03

JAN 0 8 2003

Technology Center 2600

**CERTIFICATE OF MAILING  
UNDER 37 CFR 1.8**

**Date of Deposit: December 30, 2002**

I hereby certify that the following CLAIM OF PRIORITY along with its enclosures is being deposited with the United States Postal Services with sufficient postage as first class mail on the date indicated above, addressed to:

Commissioner for Patents  
U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Title: METHOD FOR CONFIGURING A TRIE MEMORY FOR THE  
PROCESSING OF DATA PACKETS, AND PACKET-PROCESSING  
DEVICE IMPLEMENTING SUCH A METHOD

Inventor(s): Paul et al.

Application No.: 10/082,647

Filed: February 25, 2002

Enclosed:

1. Transmittal Form (1 pg)
2. Claim of Priority (2 pgs)
3. Certified Copy of French Patent Application No. 0201705 (25 pgs)
4. Return postcard

Irina L. Mikitiouk  
Typed or Printed Name

*I. Mikitiouk*  
Signature

Attorney Docket No. **P1883USA**  
Client No. 084526-1883

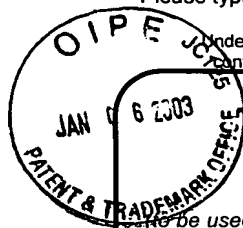
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Please type a plus sign (+) inside this box → ☐

PTO/SB/21 (6-98)

Approved for use through 09/30/2000. OMB 0651-0031

Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.



**TRANSMITTAL FORM**

*(To be used for all correspondence after initial filing)*

Total Number of Pages in This Submission

Application Number	10/082,647
Filing Date	February 25, 2002
First Named Inventor	Olivier PAUL
Group Art Unit	2661
Examiner Name	Unassigned
Attorney Docket Number	P1883USA

RECEIVED

JAN 0 8 2003

Technology Center 2600

**ENCLOSURES (check all that apply)**

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Assignment Papers (for an Application) <input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition Routing Slip (PTO/SB/69) and Accompanying Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Small Entity Statement <input type="checkbox"/> Request for Refund	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Additional Enclosure(s) (please identify below): <b>Claim of Priority; Certificate of Mailing under 37 CFR 1.8; Postcard</b>
--	---	---

Remarks

**SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT**

Firm or Individual name	Brian C. Rupp, Reg. No. 35,665 Gardner Carton & Douglas
Signature	<i>Brian C. Rupp</i>
Date	December 30, 2002

**CERTIFICATE OF MAILING**

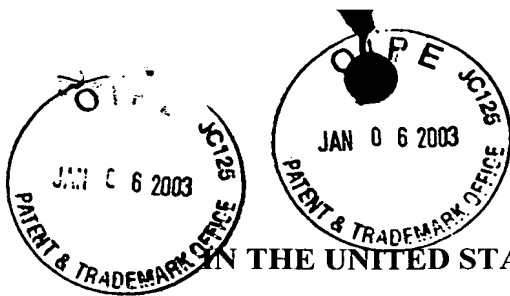
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on this date December 30, 2002

Typed or printed name	Irina L. Mikitiouk		
Signature	<i>I. Mikitiouk</i>	Date	December 30, 2002

**Burden Hour Statement:** This form is estimated to take 0.2 hours to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, Patent and Trademark Office, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.  
CH02/22222920.1

---

THIS PAGE BLANK (USE)



PATENT  
Attorney Docket No. P1883USA

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Paul et al.

Art Unit: 2661

Application No. 10/082,647

Examiner: Unassigned

Filed: February 25, 2002

For: METHOD FOR CONFIGURING A TRIE MEMORY FOR THE  
PROCESSING OF DATA PACKETS, AND PACKET-  
PROCESSING DEVICE IMPLEMENTING SUCH A METHOD

RECEIVED  
JAN 08 2003  
Technology Center 2600

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 USC 119, Applicants claim the priority of the application or the applications (if more than one application is set out below):

Application No. 0201705, filed in France on February 12, 2002.

A certified copy of the above-listed priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

Brian C. Rupp, Reg. No. 35,665  
One of the Attorneys for Applicant(s)  
GARDNER, CARTON & DOUGLAS  
191 N. Wacker Drive, Suite 3700  
Chicago, Illinois 60606-1698  
(312) 569-1000 telephone  
(312) 569-3000 facsimile

Date: December 30, 2002

---

**THIS PAGE BLANK** (USPTO)

In re Appln. of Paul et al.  
Application No. 10/082,647



CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this CLAIM OF PRIORITY (along with any documents referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

Date: December 30, 2002  
CH02/22222913.1

J. Mihitich

**RECEIVED**  
**JAN 08 2003**  
**Technology Center 2600**

**THIS PAGE BLANK** (USPTO)

---





RECEIVED  
JAN 08 2003  
Technology Center 2600

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 15 NOV. 2002

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*01

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

**R1**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 W / 300301

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>12 FEV 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0201705</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>12 FEV. 2002</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>CABINET PLASSERAUD</b>  <b>84, rue d'Amsterdam</b> <b>75440 PARIS CEDEX 09</b>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> <b>BLO/PHB/NC/BFF010310</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date
		N°	Date
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  <b>PROCEDE DE CONFIGURATION D'UNE MEMOIRE TRIE POUR LE TRAITEMENT DE PAQUETS DE DONNEES, ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE PAQUETS METTANT EN OEUVRE UN TEL PROCEDE</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»</b>	
Nom ou dénomination sociale		FRANCE TELECOM	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		380129866	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	6, place d'Alleray 75015 PARIS	
	Code postal et ville		
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 2/2

R2



REMISE DES PIÈCES DATE <b>12 FEV 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0201705</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		<b>BLO/PHB/NC/BFF010310</b>	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom			
Prénom		Cabinet PLASSERAUD	
Cabinet ou Société			
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		84, rue d'Amsterdam	
Adresse	Rue	75009 PARIS	
	Code postal et ville	[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance		<b>Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Bertrand LOISEL CPI N° 940311		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

**PROCEDE DE CONFIGURATION D'UNE MEMOIRE TRIE POUR LE  
TRAITEMENT DE PAQUETS DE DONNEES, ET DISPOSITIF DE  
TRAITEMENT DE PAQUETS METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCEDE**

La présente invention concerne un procédé de traitement de paquets  
5 de données selon des règles appliquées à chaque paquet de données, en  
fonction de données contenues dans ce paquet.

Elle concerne plus particulièrement un procédé de configuration d'un  
dispositif de mémoire particulier utilisé pour le traitement de paquets de  
données.

10 La demande de brevet FR-A-2 812 491 divulgue un dispositif de  
contrôle d'accès pour réseaux ATM. Ce dispositif comprend un contrôleur  
d'accès qui configure des analyseurs de trafic pour traiter une à une les  
cellules porteuses du trafic ATM. Les analyseurs de trafic procèdent par  
analyse du contenu des cellules porteuses de trafic ATM en leur associant des  
15 références d'acheminement au moyen d'une mémoire associative de type Trie.  
De tels dispositifs peuvent aussi être utilisés dans des routeurs IP, des  
dispositifs de sécurité («Firewall»), des dispositifs de mesure de trafic, etc.  
Selon ces applications, le traitement affecté à chaque paquet de données peut  
être un adressage de ce paquet, une modification de données de ce paquet,  
20 l'enregistrement d'une information établie à partir de ce paquet, ou, de façon  
générale, une action déterminée à partir du contenu de ce paquet.

L'intérêt de l'utilisation d'une mémoire de type Trie est de permettre  
une analyse rapide et dans un ordre quelconque de parties des contenus des  
cellules porteuses de trafic. Une telle mémoire et son utilisation dans l'analyse  
25 de paquets de données sont décrites dans la demande de brevet  
EP-A-1 030 493 ou US S.N. 09/493,583, qui est incorporée ici à titre de  
référence.

La configuration de la mémoire Trie est mise en œuvre au niveau du  
gestionnaire de contrôle d'accès.

30 Un objectif de la présente invention est d'obtenir une configuration de  
cette mémoire qui permette d'affecter un traitement approprié à chaque paquet

**PROCEDE DE CONFIGURATION D'UNE MEMOIRE TRIE POUR LE  
TRAITEMENT DE PAQUETS DE DONNEES, ET DISPOSITIF DE  
TRAITEMENT DE PAQUETS METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCEDE**

5 La présente invention concerne un procédé de traitement de paquets de données selon des règles appliquées à chaque paquet de données, en fonction de données contenues dans ce paquet.

Elle concerne plus particulièrement un procédé de configuration d'un dispositif de mémoire particulier utilisé pour le traitement de paquets de données.

10 La demande de brevet FR-A-2 812 491 divulgue un dispositif de contrôle d'accès pour réseaux ATM. Ce dispositif comprend un contrôleur d'accès qui configure des analyseurs de trafic pour traiter une à une les cellules porteuses du trafic ATM. Les analyseurs de trafic procèdent par analyse du contenu des cellules porteuses de trafic ATM en leur associant des  
15 références d'acheminement au moyen d'une mémoire associative de type Trie. De tels dispositifs peuvent aussi être utilisés dans des routeurs IP, des dispositifs de sécurité («Firewall»), des dispositifs de mesure de trafic, etc. ~~Selon ces applications, le traitement affecté à chaque paquet de données peut~~  
20 être un adressage de ce paquet, une modification de données de ce paquet, l'enregistrement d'une information établie à partir de ce paquet, ou, de façon générale, une action déterminée à partir du contenu de ce paquet.

L'intérêt de l'utilisation d'une mémoire de type Trie est de permettre une analyse rapide et dans un ordre quelconque de parties des contenus des cellules porteuses de trafic. Une telle mémoire et son utilisation dans l'analyse  
25 de paquets de données sont décrites dans la demande de brevet EP-A-1 030 493 ou US S.N. 09/493,583.

La configuration de la mémoire Trie est mise en œuvre au niveau du gestionnaire de contrôle d'accès.

30 Un objectif de la présente invention est d'obtenir une configuration de cette mémoire qui permette d'affecter un traitement approprié à chaque paquet

de données en fonction de parties de son contenu.

L'invention propose un procédé de configuration d'une mémoire associative de type Trie pour le traitement de paquets de données en fonction d'un ensemble de règles. La mémoire Trie est utilisée pour l'analyse de chaînes binaires situées à des emplacements déterminés de chaque paquet de données. Chaque règle attribue une action à un paquet en fonction des valeurs desdites chaînes binaires. La mémoire Trie comporte des registres composés d'un nombre déterminé de cellules élémentaires pour recevoir des références respectives.

Selon l'invention, le procédé comprend une étape au cours de laquelle on traduit l'ensemble de règles en un arbre d'analyse des paquets, comportant des nœuds répartis en étages successifs respectivement associés aux emplacements considérés dans un ordre déterminé, des arcs, et des feuilles correspondant à des actions attribuables par les règles. Chaque arc a un nœud de départ et un point d'arrivée consistant soit en un nœud de l'étage suivant celui du nœud de départ soit en une feuille. Le premier étage comprend un unique nœud racine. Chaque arc de l'arbre est associé à un domaine de valeurs consistant en une réunion de  $k$  intervalles élémentaires définis pour l'emplacement associé à l'étage de son nœud de départ,  $k$  étant un entier au moins égal à 1. L'arbre d'analyse définit ainsi des chemins consistant chacun en une suite de  $n$  arcs,  $n$  étant un entier au moins égal à 1, tels que le point d'arrivée de chaque arc d'un chemin autre que le dernier arc soit le nœud de départ de l'arc suivant dudit chemin, et que le point d'arrivée du dernier arc du chemin soit une feuille correspondant à une action attribuée d'après l'ensemble des règles à chaque paquet ayant, aux  $n$  emplacements respectivement associés aux étages des nœuds de départ des  $n$  arcs du chemin, des valeurs de chaîne binaire tombant dans les  $n$  domaines respectivement associés auxdits arcs.

Le procédé comprend en outre une étape au cours de laquelle on alloue un groupe de registres de la mémoire Trie incluant un registre portier à chaque nœud de l'arbre d'analyse appartenant à un étage associé à un emplacement, et on enregistre dans les cellules de ce groupe de registres des

références telles qu'en analysant à partir du registre portier la valeur de chaîne binaire contenue audit emplacement dans un paquet, on obtienne une référence finale dépendant de quel domaine contient ladite valeur parmi les domaines de valeurs associés aux arcs ayant ledit nœud comme nœud de  
5 départ et telle que :

- si l'arc associé au domaine contenant ladite valeur a pour point d'arrivée une feuille correspondant à une action, la référence finale désigne ladite action comme étant attribuée au paquet, et
- si l'arc associé au domaine contenant ladite valeur a un autre nœud de  
10 l'étage suivant pour point d'arrivée, la référence finale désigne ledit autre nœud pour poursuivre en analysant la valeur de chaîne binaire contenue dans le paquet à l'emplacement associé audit étage suivant.

Un tel mode de configuration de la mémoire Trie offre une grande flexibilité pour prendre en compte une grande diversité de règles de  
15 classement du trafic, qui peuvent correspondre à diverses actions à entreprendre sur les paquets de données en fonction du contenu des emplacements analysés. Les chemins de l'arbre correspondent à des graphes d'analyse qui sont parcourus au moyen d'opérations d'indexation et d'indirection dans la mémoire Trie ainsi configurée.

---

20 Une telle organisation de la structure d'analyse permet de garantir que la durée d'analyse d'un paquet de données quelconque est limitée par une borne supérieure fixée par l'analyse considérée. Cette borne correspond à la hauteur de l'arbre d'analyse, c'est-à-dire au nombre de champs à analyser. Ceci permet à l'opérateur d'un réseau de communication utilisant l'invention de  
25 réaliser un traitement en temps réel des paquets de données qui se présentent à l'entrée de l'analyseur de trafic, en allouant des moyens d'analyse suffisants.

Selon l'invention, l'ordre considéré à l'étape de construction de l'arbre d'analyse résulte avantageusement d'un tri des emplacements opéré après dénombrement d'intervalles élémentaires. Pour chacun des emplacements, on  
30 définit des intervalles élémentaires consécutifs couvrant des valeurs de chaîne binaire pouvant apparaître à cet emplacement, chaque intervalle élémentaire étant tel que l'action attribuée par chacune des règles ne soit pas modifiée par



un changement, à l'intérieur dudit intervalle élémentaire, de la valeur de la chaîne binaire située audit emplacement dans un paquet traité. Le tri des emplacements est alors opéré dans un ordre tel que l'emplacement pour lequel le plus grand nombre d'intervalles élémentaires a été défini soit placé en  
5 dernier. On peut notamment trier les emplacements dans l'ordre des nombres croissants d'intervalles élémentaires.

Un avantage de tels tris d'emplacements réside dans la minimisation de la taille de la mémoire Trie nécessaire pour l'analyse du contenu de chaque paquet de données, à partir duquel une action est attribuée à chaque paquet  
10 d'après l'ensemble des règles. Ainsi, un grand nombre de paquets de données correspondant à une variété importante d'actions attribuées à chacun d'eux peut être traité avec une opération unique d'analyse des contenus de ces paquets.

En général, une mémoire Trie se présente sous la forme d'un tableau  
15 dont les lignes, appelées registres, comportent un nombre fixe de cellules, par exemple 4, 8, 16 ou 32 cellules. La taille de la mémoire Trie correspond alors au nombre de registres de cette mémoire. La présente invention permet donc de réduire le nombre de registres nécessaires pour effectuer une analyse donnée du contenu des paquets de données.

20 Le procédé de configuration de la mémoire Trie de l'invention comprend la transcription de l'arbre d'analyse dans cette mémoire sous forme de références inscrites dans les cellules de la mémoire. Un arbre d'analyse volumineux requiert en général une mémoire Trie de taille d'autant plus grande. Il est par conséquent avantageux de concevoir l'arbre d'analyse et sa  
25 transcription de façon à réduire la taille nécessaire de la mémoire Trie.

Le nombre d'étages de nœuds de l'arbre d'analyse correspond au nombre d'emplacements à l'intérieur des paquets de données auxquels les chaînes binaires sont à lire.

On peut déterminer une borne supérieure de la dimension de l'arbre  
30 d'analyse de la façon suivante. Le premier étage de l'arbre d'analyse comprend le nœud racine comme unique nœud. Le second étage de l'arbre d'analyse comprend un nombre de nœuds au plus égal au nombre d'intervalles

élémentaires définis pour l'emplacement placé en premier selon l'ordre retenu pour les emplacements. Le nombre de nœuds du troisième étage de l'arbre d'analyse est égal au plus au produit des deux nombres d'intervalles élémentaires respectivement définis pour les deux emplacements auxquels  
5 sont associés les deux premiers étages de nœuds. De façon récurrente, le nombre de nœuds d'un étage quelconque de l'arbre d'analyse associé à un emplacement donné est inférieur ou égal au produit des nombres d'intervalles élémentaires respectivement définis pour tous les emplacements précédant l'emplacement auquel est associé l'étage considéré selon l'ordre de tri des  
10 emplacements.

Si  $N$  désigne le nombre d'emplacements de chaînes binaires définis dans les paquets de données sur lesquels est basée l'analyse des paquets, le nombre de nœuds du dernier étage de l'arbre d'analyse est donc inférieur au produit des  $(N - 1)$  nombres d'intervalles élémentaires correspondant aux  $(N -$   
15 1) premiers emplacements selon l'ordre de tri des emplacements. Autrement dit, il est inférieur à la valeur égale au produit de tous les nombres d'intervalles élémentaires divisé par le nombre d'intervalles élémentaires du dernier emplacement selon cet ordre. Cette valeur constitue donc une borne supérieure du nombre de nœuds du dernier étage de l'arbre d'analyse, qui  
20 ~~correspond à une limite supérieure de la taille de la mémoire Trie nécessaire.~~

Pour des intervalles élémentaires fixés pour tous les emplacements, cette borne supérieure est la plus petite lorsque l'ordre de tri des emplacements est tel qu'est placé en dernier celui des emplacements pour lequel le plus grand nombre d'intervalles élémentaires a été défini.

25 Dans certaines applications du procédé selon l'invention, les chaînes binaires lues auxdits emplacements sont des nombres ou des valeurs comprenant des nombres. Il est alors particulièrement commode de définir les intervalles élémentaires en respectant une relation d'ordre entre ces nombres, ou en utilisant une relation d'ordre adaptée à la structure des valeurs lues, pour  
30 permettre une configuration rapide de la mémoire Trie.

Dans un mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, la traduction de l'ensemble de règles en un arbre d'analyse est telle qu'au moins

un nœud de l'arbre d'analyse soit le point d'arrivée de plusieurs arcs issus de nœuds de départ distincts de l'étage précédent. Ce mode de réalisation permet une compression des structures de classement définies dans la mémoire Trie, qui procure un gain spatial important dans cette mémoire.

5           Pour cela, on associe à chaque nœud de l'arbre d'analyse autre que la racine de l'arbre d'analyse un sous-arbre. Ce sous-arbre a une racine constituée par ledit nœud et est composé des nœuds, des arcs et des feuilles rencontrés à partir dudit nœud le long des différents chemins passant par ledit nœud. La traduction de l'ensemble de règles est alors opérée de façon telle  
10       que l'arbre d'analyse n'inclue pas de premier et second sous-arbres ayant des racines distinctes et tels qu'on puisse apparier leurs nœuds respectifs, leurs arcs respectifs et leurs feuilles respectives, de telle sorte que chaque nœud du premier sous-arbre soit apparié à un nœud du second sous-arbre appartenant au même étage, que chaque feuille du premier sous-arbre soit appariée à une  
15       feuille du second sous-arbre correspondant à une même action, et que deux arcs appariés des premier et second sous-arbres aient des nœuds de départ appariés et des points d'arrivée appariés et soient associés au même domaine de valeurs.

          Selon une formulation particulière des règles de l'ensemble, chaque  
20       règle est définie par une action et des plages de valeurs correspondant respectivement à certains au moins des emplacements, et attribue ladite action aux paquets ayant, auxdits emplacements, des valeurs de chaînes binaires tombant respectivement dans lesdites plages. Pour un traitement générique de toutes les règles, on a recours à la précaution suivante : lorsque, pour un  
25       emplacement donné, une règle ne présente pas de plage explicitée, une plage lui est ajoutée qui correspond à cet emplacement et qui comprend l'ensemble des valeurs de chaînes binaires pouvant être lues dans des paquets de données à cet emplacement.

          Pour une telle formulation des règles, on associe un sous-ensemble de  
30       règles à chaque nœud d'un  $(p+1)$ -ième étage de l'arbre d'analyse,  $p$  étant un entier plus grand que 0. Ledit sous-ensemble est composé des règles de l'ensemble telles que chaque plage de valeurs correspondant à un

emplacement associé à l'un des  $p$  premiers étages de l'arbre ait un recouvrement non vide avec le domaine de valeurs associé à l'arc de chaque chemin passant par ledit nœud et ayant son nœud de départ dans ledit étage.

5 On associe au nœud racine un sous-ensemble constitué par l'ensemble des règles.

La traduction de l'ensemble de règles comprend alors les étapes suivantes, pour chaque nœud du  $p$ -ième étage associé à un premier sous-ensemble de règles :

- 10 - déterminer des domaines de valeurs couvrant des valeurs de chaîne binaire pouvant apparaître au  $p$ -ième emplacement selon ledit ordre, chaque domaine étant tel que l'action attribuée par chacune des règles du premier sous-ensemble ne soit pas modifiée par un changement, à l'intérieur dudit domaine, de la valeur de la chaîne binaire située au  $p$ -ième emplacement dans un paquet traité ; et
- 15 - pour chacun desdits domaines de valeurs :
  - générer un arc associé audit domaine, ayant ledit nœud du  $p$ -ième étage pour nœud de départ ;
  - détecter chaque règle du premier sous-ensemble qui est définie par au moins une plage de valeurs incluant ledit domaine ;
  - 20 - si aucune règle n'est détectée, affecter une feuille de l'arbre correspondant à une action par défaut comme point d'arrivée dudit arc ;
  - si pour chaque règle détectée, aucune plage de valeurs ne correspond à l'un quelconque des emplacements suivant le  $p$ -ième emplacement selon ledit ordre, affecter une feuille de l'arbre correspondant à une action d'une règle détectée comme point d'arrivée dudit arc ;
  - 25 - si pour au moins une règle détectée, une plage de valeurs correspond à l'un des emplacements suivant le  $p$ -ième emplacement selon ledit ordre, affecter un nœud du  $(p+1)$ -ième étage de l'arbre comme point d'arrivée dudit arc, ledit nœud du  $(p+1)$ -ième étage étant associé à un second sous-ensemble composé des règles détectées du premier sous-ensemble.
- 30

Des priorités peuvent être respectivement allouées aux règles de l'ensemble. Dans ce cas, lorsque plusieurs règles sont détectées et aucune de leurs plages de valeurs ne correspond à l'un des emplacements suivant le p-ième emplacement, l'action correspondant à la feuille de l'arbre affectée audit arc est celle de l'une des règles détectées, sélectionnée sur la base des priorités allouées.

Afin d'éviter que l'arbre d'analyse ne comporte des sous-arbres ayant des racines respectives distinctes et dont on peut apparier, entre eux, les nœuds, arcs et feuilles appartenant respectivement à chacun d'eux, on exécute les étapes suivantes lorsqu'on a détecté au moins une règle ayant une plage de valeurs correspondant à l'un des emplacements suivant le p-ième emplacement :

- rechercher s'il a déjà été généré un nœud du (p+1)-ième étage de l'arbre associé au second sous-ensemble ;
- si la recherche échoue, générer un tel nœud dans le (p+1)-ième étage ;
- si la recherche identifie un nœud du (p+1)-ième étage, affecter le nœud identifié comme point d'arrivée dudit arc.

La présente invention concerne aussi un dispositif de traitement de paquets de données, comprenant une mémoire associative de type Trie et un contrôleur adapté pour mettre en œuvre un procédé de configuration de la mémoire Trie tel que défini ci-dessus. Ces dispositifs peuvent notamment être utilisés dans les applications suivantes :

- l'acheminement par un réseau de communication de paquets de données en fonction de règles d'acheminement appliquées à ces paquets ;
- le contrôle d'accès à un réseau de communication par des paquets de données en fonction de règles de contrôle d'accès à ce réseau appliquées à ces paquets ;
- l'acquisition d'informations concernant des paquets de données transmis par un réseau de communication.

Les paquets de données peuvent être notamment des cellules ATM porteuses de trames AAL 5 ou des paquets IP.

D'autres particularités et avantages du procédé de la présente

invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de contrôle d'accès dans lequel est mis en oeuvre le procédé de l'invention ;
  - 5 - la figure 2 est un tableau décrivant des informations traitées par des analyseurs de trafic du dispositif de la figure 1 ;
  - la figure 3 représente un arbre d'analyse résultant de deux règles particulières appliquées à des couples de nombres (x, y), et n'utilisant pas la présente invention ;
  - 10 - la figure 4 représente un second arbre d'analyse correspondant aux règles données pour l'arbre d'analyse de la figure 3, en utilisant le classement des emplacements selon la présente invention ;
  - la figure 5 représente un arbre d'analyse résultant de trois règles particulières appliquées à des triplets de nombres (x, y, z), et n'utilisant pas la présente invention ;
  - 15 - la figure 6 représente un second arbre d'analyse correspondant aux règles données pour l'arbre d'analyse de la figure 5, en utilisant le classement des emplacements selon la présente invention ;
- 
- 20 - la figure 7 représente un troisième arbre d'analyse correspondant aux règles données pour l'arbre d'analyse de la figure 5, en utilisant en outre des regroupements de sous-arbres selon la présente invention ;
  - la figure 8 est un schéma synoptique des étapes de création d'un nouvel arc selon le mode de mise en oeuvre préféré du procédé de l'invention ;
  - la figure 9 représente un quatrième arbre d'analyse correspondant aux règles données pour l'arbre d'analyse de la figure 5, en utilisant le classement des emplacements et la méthode de création des arcs de la figure 8 .
  - 25

La structure d'un dispositif de contrôle d'accès disposé entre deux réseaux de transmission ATM (« Asynchronous Transfert Mode »), dans lequel  
30 peut être mis en oeuvre le procédé de l'invention, est décrite en détail dans la

demande de brevet PCT/FR01/02394. Comme indiqué sur la figure 1, un dispositif de contrôle d'accès peut être composé de deux parties principales 1, 2 coopérant avec un commutateur ATM 3. La première partie 1 est dédiée à la prise en compte d'une politique de contrôle d'accès et à l'analyse de la signalisation ATM. Le résultat de cette analyse est utilisé pour construire dynamiquement une configuration. Celle-ci est utilisée par la seconde partie 2 pour fournir un service de contrôle d'accès basé sur les informations transportées dans les cellules ATM. Cette seconde partie 2 est capable de récupérer les informations de niveau ATM, IP et transport afin de décider si une communication doit être autorisée ou interdite. La configuration de l'ensemble se fait au moyen d'un langage unique.

La partie 1 peut être réalisée au moyen d'une station de travail, telle qu'une station commercialisée par la société Sun Microsystem, Inc. L'analyseur de signalisation 4 est l'élément de cette partie 1 qui effectue les actions de contrôle d'accès au niveau de la signalisation ATM en combinaison avec le gestionnaire de contrôle d'accès 7.

La partie 2 peut être réalisée au moyen d'une station de type PC fonctionnant par exemple avec le système d'exploitation Solaris x86. Cette station est équipée de cartes 20, 21 d'analyse en temps réel des cellules ATM, ou analyseurs de trafic, ci-après appelées cartes IFT (« IP Fast Translator »), qui assurent les actions de contrôle d'accès cellule ATM par cellule ATM.

Afin de permettre l'expression de politiques de contrôle d'accès, on utilise un Langage de Définition de Politique de Contrôle d'Accès (ACPDL, « Access Control Policy Description Language »). La définition de l'ACPDL est basée sur le Langage de Description de Politique (PDL) en cours de définition au sein du groupe de travail travaillant sur les politiques à l'IETF (voir J. Strassner, et al., « Policy Framework Definition Language », draft-ietf-policy-framework-pfdl-00.txt, Internet Engineering Task Force, 17 novembre 1998). Dans ce langage, une politique est définie par un ensemble de règles, chaque règle étant elle même constituée d'un ensemble de conditions et d'une action qui est exécutée lorsque l'ensemble des conditions est rempli. L'expression suivante (exprimée dans le formalisme Backus Naur, BNF) décrit la forme

générale d'une règle :

Rule ::= IF <Conditions> THEN <Action>

Toutes les conditions ont la même structure générique exprimée ci-dessous au moyen du formalisme BNF:

5           Condition ::=       <ACCESS       CONTROL       PARAMETER>  
                                  <RELATIONAL OPERATOR> <VALUE>

En fonction du niveau dans la pile de protocole, plusieurs types de paramètres de contrôle d'accès peuvent être utilisés :

- 10       - au niveau ATM, les paramètres intéressants sont décrits dans l'article de O. Paul, et al., « Manageable parameters to improve access control in ATM networks », HP-OVUA Workshop, Rennes, France, avril 1998. Parmi ceux-ci, on peut choisir le type de trafic, les identificateurs de connexion, les informations d'adressage, les descripteurs de QoS et les descripteurs de service ;
- 15       - au niveau transport, la plupart des paramètres considérés sont ceux qui sont utilisés habituellement afin de réaliser le filtrage des paquets dans les routeurs filtrants (par exemple les informations d'adressage, les ports source et destination, les drapeaux dans le cas des connexions TCP, etc.) ;
- 20       - au niveau application, deux paramètres génériques sont considérés : l'identificateur de l'utilisateur de l'application ainsi que l'état de l'application ;
- des informations temporelles sont également incluses afin de spécifier quand une règle doit être appliquée.

25       Les actions ont également une structure générique (notation BNF) :

          Action ::= <ACTION> <ACTION LEVEL> <LOG LEVEL>

      Une action se décompose en trois parties. La première indique si la communication décrite par les conditions doit être autorisée ou interdite. Le paramètre <ACTION LEVEL> correspond à la couche protocolaire dans laquelle doit être effectuée l'action. La dernière partie décrit l'importance  
30       accordée à l'événement de contrôle d'accès et permet la classification des résultats.



Le paragraphe suivant montre comment le langage ACPDL peut être utilisé afin d'exprimer un exemple de service de contrôle d'accès. Dans cet exemple, chaque équipement est identifié par son adresse source (IP\_SRC\_ADDRESS) et son adresse destination (IP\_DST\_ADDRESS). Le service WWW est identifié par les ports source (SRC\_PORT) et destination (DST\_PORT). La deuxième ligne de commande donnée dans l'exemple est utilisée afin d'interdire les demandes de connexion sur le port WWW d'une station interne.

```

10 IF (IP_SRC_ADDRESS = 192.165.203.5 255.255.255.255) AND
    (IP_DST_ADDRESS = 0.0.0.0 0.0.0.0) AND (SRC_PORT > 1023)
    AND (DST_PORT = 80) THEN PERMIT TRANSP_CONNECTION;
    IF (IP_SRC_ADDRESS = 0.0.0.0 0.0.0.0) AND
        (IP_DST_ADDRESS = 192.165.203.5 255.255.255.255) AND
        (SRC_PORT = 80) AND (DST_PORT > 1023) AND (TCP_FLAG <>
15 SYN) THEN PERMIT TRANSP_CONNECTION ;

```

La politique de contrôle d'accès est définie par l'officier de sécurité au moyen d'une interface homme-machine (IHM) 6 de la station 1, en utilisant le langage ACPDL. Elle est utilisée pour configurer les deux parties du contrôleur. Cependant cette politique ne peut pas être utilisée directement par les deux outils de contrôle d'accès 4, 20/21. Le gestionnaire 7 est le module qui permet de résoudre ce problème en traduisant la politique de contrôle d'accès en commandes de configuration pour les deux outils.

Ce processus de traduction peut être divisé en deux parties principales. La première est la traduction de la politique en trois configurations statiques :

- au niveau de la signalisation ATM, cette configuration comprend une description des communications devant être contrôlées. Chaque communication est décrite par un ensemble d'éléments d'information (IE) et par une action (Autoriser ou Interdire). Cette configuration est envoyée à l'analyseur de signalisation 4 ;
- au niveau TCP/IP la configuration comprend une description des

- 13 -

paquets devant être contrôlés. Cette partie de la politique peut être générique, ce qui signifie que les règles qui y sont décrites ne sont pas dédiées à une connexion ATM particulière. Cette partie peut aussi être rattachée à une connexion ATM par l'expression de conditions portant sur des identificateurs de connexion ;

- au niveau cellule ATM, la configuration comprend une description des cellules ATM qui doivent être contrôlées. Ces cellules sont divisées selon les champs qu'elles peuvent contenir. L'ensemble des valeurs que chaque champ peut prendre est décrit par un arbre. Cette configuration est envoyée aux cartes IFT 20, 21.

La seconde partie du processus de configuration a lieu lorsqu'une demande de connexion est reçue par l'analyseur de signalisation 4. Une fois que le processus de contrôle d'accès a été réalisé, l'analyseur de signalisation 4 envoie au gestionnaire 7 les informations nécessaires pour effectuer la configuration dynamique des cartes IFT 20, 21. Les informations fournies par l'analyseur de signalisation 4 comprennent :

- les identificateurs de connexion VPI et VCI (« Virtual Path Identifier », « Virtual Channel Identifier ») ;
- les adresses ATM source et destination ;
- un descripteur de service (Classical IP over ATM (CLIP), Applications natives ATM). Quand une couche additionnelle est utilisée au dessus du modèle ATM, l'analyseur de signalisation 4 fournit également l'encapsulation (avec ou sans entête SNAP /LLC) ;
- la direction de la communication.

Dans un environnement CLIP, le gestionnaire 7 utilise les adresses ATM source et destination afin de trouver les adresses IP correspondantes. Cette traduction est effectuée au moyen d'un fichier décrivant les correspondances entre adresses IP et ATM. Elle peut aussi utiliser un serveur de résolution d'adresse (ATMARP).

Le gestionnaire 7 essaie ensuite de trouver une correspondance entre les adresses IP et les règles génériques de contrôle d'accès de niveau TCP/IP. Le sous-ensemble de règles obtenu est instancié avec les adresses IP et

associé aux autres informations (adresses, encapsulation, identificateurs de connexion, direction). Cet ensemble d'informations est utilisé par le gestionnaire afin de construire l'arbre d'analyse qui sera utilisé pour configurer les cartes IFT, et est conservé durant toute la vie de la connexion. A la

5 fermeture de connexion, le gestionnaire 7 reçoit un signal de l'analyseur de signalisation 4 afin de reconfigurer éventuellement les cartes IFT 20, 21 en effaçant les informations relatives à la connexion. Le gestionnaire détruit ensuite les informations associées à la connexion.

L'analyseur de signalisation 4 repose sur deux fonctions. La première

10 est la redirection des messages de signalisation provenant des réseaux interne et externe vers un filtre appartenant à l'analyseur 4. La seconde est la capacité de décomposer les messages de signalisation suivant la spécification UNI 3.1 de l'ATM Forum (« ATM User-Network Interface Specification, Version 3.1 », ATM Forum, juillet 1994) et de transmettre ou de supprimer ces messages en

15 fonction de la configuration de contrôle d'accès fournie par le gestionnaire 7.

La station 1 est pourvue de deux cartes d'interface ATM 8, 9 respectivement reliées à deux interfaces 12, 13 du commutateur 3. Les autres interfaces représentées du commutateur 3 sont notées 10 (réseau interne), 11 (réseau externe), 14 et 15 (cartes IFT 20 et 21).

20 Afin de rediriger la signalisation, le commutateur ATM 3 est configuré de façon à diriger les messages de signalisation vers la station 1. Cette configuration peut être réalisée en désactivant le protocole de signalisation sur les interfaces 10, 11, 12 et 13. Un canal virtuel (VC) doit être ensuite construit entre chaque paire d'interfaces pour chaque canal de signalisation. Les canaux

25 de signalisation sont par exemple identifiés par un identifiant de canal virtuel (VCI) égal à 5.

Avec la configuration précédente, les messages de signalisation provenant du réseau externe sont dirigés vers l'interface 13 de la station 1 alors que les messages provenant du réseau interne sont dirigés vers

30 l'interface 12.

Lorsque des messages de signalisation sont reçus par l'analyseur de signalisation 4, ceux-ci sont décomposés en éléments d'information suivant la

spécification UNI 3.1. Les éléments d'information sont ensuite décomposés en informations élémentaires telles que les adresses, les identificateurs de connexion, la référence d'appel, les descripteurs de qualité de service et les identificateurs de service. L'analyseur 4 cherche ensuite si le message peut  
5 être associé à une connexion existante au moyen du type du message et de la référence d'appel. Si la connexion est nouvelle, un descripteur de connexion contenant ces informations est construit. Quand la connexion existe déjà, le descripteur de connexion est mis à jour. Le descripteur de connexion est associé à l'état de la connexion et à l'interface d'origine. Il est identifié par un  
10 identificateur de connexion. Le descripteur est ensuite envoyé à au filtre de l'analyseur de signalisation 4 afin d'être analysé.

Lorsque le filtre de l'analyseur de signalisation 4 reçoit un descripteur de connexion, il compare les paramètres décrivant la connexion avec l'ensemble des communications décrit par la politique de contrôle d'accès. Si  
15 une correspondance est trouvée, le filtre applique l'action associée à la communication. Dans le cas contraire, il applique l'action par défaut qui est d'interdire la connexion. Lorsque l'action consiste en une interdiction, le filtre détruit le descripteur de connexion. Dans le cas contraire, il envoie le descripteur de connexion à un module de construction des messages. Lorsque  
~~20 le descripteur de connexion indique qu'un message CONNECT a été reçu, un~~  
sous-ensemble des paramètres du descripteur de connexion est envoyé au gestionnaire 7 comme indiqué ci-dessus :

- les identificateurs de connexion VPI / VCI, obtenus à partir de l'IE « Connection Identifier » ;
- 25 - les adresses ATM source et destination, fournies par les IE « Called Party Identifier » et « Calling Party Identifier » ;
- les descripteurs de service, obtenus à partir des IE « Broadband Higher Layer Identifier (BHLI) » et « Broadband Lower Layer Identifier (BLLI) » ;
- la direction, fournie par le nom de l'interface associée au descripteur de  
30 connexion.

Lorsque le descripteur de connexion indique la réception d'un message RELEASE\_COMPLETE, qui achève la libération d'une connexion, le descripteur de connexion est de nouveau envoyé au gestionnaire 7. Les

communications entre le gestionnaire 7 et le filtre de signalisation peuvent se faire de façon classique au moyen d'un segment de mémoire partagé et de signaux.

Les cartes IFT considérées ici pour la mise en œuvre de l'invention  
5 sont du type décrit dans la demande de brevet européen n° 00400366.1 déposée le 9 février 2000 par la demanderesse. Elles sont basées sur l'utilisation d'une mémoire associative de type Trie pour l'analyse de parties du contenu de cellules ATM, et pour l'attribution, à chaque cellule d'une même trame, d'une action définie par la politique de contrôle d'accès. Ces cartes  
10 possèdent les caractéristiques remarquables suivantes :

- elles permettent l'analyse de la première cellule de chaque trame AAL5 (« ATM Adaptation Layer n° 5 ») et la modification des cellules correspondantes en fonction de l'analyse ;
- elles peuvent fonctionner à la vitesse de 622 Mbit/s grâce à un procédé  
15 rapide et flexible d'analyse ;
- le délai introduit par l'analyse peut être borné et dépend de la configuration de la carte ;
- elles peuvent être configurées dynamiquement sans interrompre le processus d'analyse ;
- 20 - elles sont intégrables dans des équipements de type PC sous Solaris.

La figure 2 décrit les informations pouvant être analysées par les cartes IFT 20, 21 dans le cas des protocoles CLIP (CLIP1) et CLIP sans encapsulation SNAP-LLC (CLIP2). Les champs UD et TD indiquent le début des segments de données pour les protocoles UDP et TCP, respectivement.  
25 Ceci signifie que, dans le cas général, les cartes IFT ont accès aux informations de niveau ATM, IP, TCP, UDP et dans certains cas de niveau application. Il faut cependant noter que les champs optionnels pouvant se trouver dans le paquet IP ne sont pas représentés. La présence de ces champs (de longueur variable) peut repousser les informations de niveau TCP  
30 ou UDP dans la seconde cellule ATM.

Comme dans le cas de la signalisation, la première partie du processus de contrôle d'accès au niveau cellule ATM consiste à rediriger le trafic



- 17 -

provenant des réseaux interne et externe vers les cartes IFT 20, 21. Cependant, dans ce cas, la configuration doit préserver la configuration réalisée pour le contrôle de la signalisation. A titre d'exemple, les canaux virtuels identifiés par une valeur de VCI égal à 31 sont volontairement laissés  
5 libres afin de permettre au commutateur ATM 3 de rejeter les cellules ATM appartenant à une communication qui doit être interdite. Le commutateur ATM 3 est alors configuré afin de créer un canal virtuel pour chaque valeur de VCI différente de 5 et de 31 entre chaque paire d'interface (10, 14) et (11, 15).

Les cartes IFT considérées ne permettent que l'analyse de flux  
10 unidirectionnels. Ceci signifie que les flux provenant des réseaux interne et externe doivent être séparés. Cette opération est particulièrement simple dans le cas d'une couche physique de type Mono Mode Fiber utilisé par les cartes puisque les fibres d'émission et de réception sont physiquement séparées.

La seconde partie du processus de contrôle d'accès est la  
15 configuration des cartes IFT 20, 21 afin qu'elles fournissent le service de contrôle d'accès désiré. Comme indiqué précédemment, cette configuration est faite par le gestionnaire 7. Les cartes IFT ont été conçues à l'origine pour être gérées à distance par plusieurs gestionnaires. Un logiciel approprié 27 (démon RPC) est alors utilisé dans la station 2 pour sérialiser les demandes adressées  
20 ~~au circuit de commande 28 (driver) des cartes 20, 21. Du côté du gestionnaire~~  
7, une librairie donne accès aux fonctions de configuration. Cette librairie traduit les appels locaux en appels à distance sur la station 2. Les communications entre les deux équipements se font par exemple au travers d'un réseau dédié de type Ethernet.

25 La configuration des mémoires Trie des cartes 20, 21 se base sur une description des communications à contrôler sous forme d'arbres. Chaque branche de l'arbre décrit la valeur codée d'une chaîne binaire, par exemple de 4 bits, qui peut être trouvée pendant le processus d'analyse. Ce processus consiste à parcourir la portion de cellule ATM à analyser par tranches de 4 bits  
30 successifs servant à accéder au contenu de la mémoire Trie incluse dans chaque carte IFT. Un arbre d'analyse, construit à partir d'une instruction de contrôle d'accès fournie par le gestionnaire 7, correspond à un enchaînement

donné de tranches de 4 bits trouvées à des emplacements déterminés en parcourant la cellule ATM. La racine de l'arbre correspond à un portier qui est reconnu afin de commencer l'analyse de l'arbre. Des exemples d'arbres d'analyse et de configurations résultantes de mémoires Trie de cartes IFT sont maintenant présentés.

De façon générale, chaque emplacement à analyser, ou champ, comprend un nombre de bits fixé par la dimension de ce champ, par exemple 32 bits. Son analyse par tranches est effectuée de façon à ce que les valeurs que peut revêtir chaque tranche correspondent aux cellules élémentaires d'un ou plusieurs registres de la mémoire Trie utilisée. Un quartet, qui peut prendre  $2^4=16$  valeurs, est notamment adapté à une mémoire Trie dont chaque registre comprend 16 cellules élémentaires. Plusieurs registres, voire un grand nombre de registres, sont donc nécessaires pour l'analyse d'un champ, selon la dimension de ce champ par rapport au nombre de cellules élémentaires d'un registre.

L'analyse d'un champ comprend en général les analyses d'un grand nombre de tranches de bits, enchaînées successivement jusqu'à la poursuite par l'analyse d'un autre champ de la même trame, ou jusqu'à l'obtention d'une action attribuée à la trame analysée par la politique de contrôle d'accès. Par souci de simplicité et de clarté d'illustration de l'invention, bien que cela ne corresponde pas à une situation réelle, les exemples présentés dans la suite ne comportent chacun qu'un seul quartet pour chaque champ sur lequel porte l'analyse. Pour les mêmes raisons de simplicité et de clarté, le nombre de règles considérées et le nombre de champs pris en considération pour l'analyse sont très réduits, alors qu'une politique de contrôle d'accès réelle peut comprendre de nombreuses règles d'accès portant sur un plus grand nombre de champs d'information de contrôle de protocole.

Un premier exemple est donné pour deux champs x et y lus dans des cellules ATM, représentés par des couples (x, y). Les chaînes binaires lues dans les champs x et y sont des quartets représentés par des nombres hexadécimaux compris entre 0 et F.

Les règles considérées, au nombre de deux, sont les suivantes :

- Règle Re1 : si  $x \geq 7$  et  $3 \leq y \leq 8$ , alors on effectue une action A1 ;

- Règle Re2 : si  $2 \leq x \leq B$  et  $y \geq 3$ , alors on effectue une action A2.

La règle Re1 est supposée prioritaire par rapport à la règle Re2, si bien que l'action A1 est effectuée seule lorsqu'elle est attribuée simultanément à l'action A2 à un même couple (x, y), respectivement par chaque règle. Si la condition d'aucune des deux règles Re1 et Re2 n'est satisfaite par un couple (x, y) donné, alors une action par défaut O est attribuée à ce couple.

Les actions A1, A2 et O peuvent être de simples actions de rejet (« DENY ») ou d'acceptation (« PERMIT ») des trames. Elles peuvent aussi correspondre à des actions plus complexes, telle que la poursuite du contrôle d'accès par l'examen d'autres paramètres tels que des domaines autorisés attribués à un destinataire de la trame considérée.

L'action de rejet ou d'acceptation est codée au moyen d'un nœud particulier provoquant la fin de l'analyse et renvoyant l'identificateur de connexion qui sera attribué à toutes les cellules de la trame AAL 5 correspondante. L'action « DENY » est codée en dirigeant la trame vers le canal non configuré (VCI 31) au niveau du commutateur 3. Le VCI 31 est ainsi utilisé comme VCI poubelle pour jeter toutes les cellules ATM non conformes à la politique de sécurité. L'action « PERMIT » est codée en laissant l'identificateur de connexion inchangé.

L'ensemble des nombres pouvant être lus dans le champ x est réparti par les règles Re1 et Re2 selon les 4 intervalles suivants :  $x < 2$ ,  $2 \leq x < 7$ ,  $7 \leq x \leq B$  et  $x > B$ . De façon analogue, l'ensemble des nombres pouvant être lus dans le champ y est réparti selon les 3 intervalles suivants :  $y < 3$ ,  $3 \leq y \leq 8$  et  $y > 8$ .

Un arbre d'analyse résultant de l'application des deux règles Re1 et Re2 aux couples (x, y) est représenté sur la figure 3, en analysant d'abord la valeur de x, puis la valeur de y. Le nœud racine 100 représente le point de départ de l'analyse des couples (x, y). Trois nœuds 101, reliés chacun au nœud racine 100 par un arc 130, correspondent à des résultats de l'analyse de la valeur de x par rapport aux 4 intervalles identifiés pour x. Des nœuds 102,



ou feuilles de l'arbre d'analyse, reliés aux nœuds 101 par des arcs 131, correspondent respectivement pour les résultats précédents de l'analyse de la valeur de  $x$  aux résultats de l'analyse de la valeur de  $y$  par rapport aux 3 intervalles identifiés pour  $y$ . Pour certaines valeurs de  $x$ , par exemple  $x < 2$ ,  
5 l'analyse des couples  $(x, y)$  ne nécessite pas d'analyse de la valeur de  $y$  pour déterminer l'action attribuée par les deux règles Re1 et Re2. Dans ce cas, un arc 131 relie directement une feuille 102 au nœud racine 100. Dans d'autres cas,  $2 \leq x < 7$  et  $x > B$ , l'analyse de la valeur de  $y$  ne fait pas intervenir toutes les bornes d'intervalles définies pour  $y$ . En effet, certains intervalles définis  
10 pour  $y$  peuvent être réunis lorsqu'ils correspondent à des mêmes actions respectives attribuées par les deux règles.

Des lignes 110 et 111 indiquent respectivement les feuilles 102 pour lesquelles l'action A2 et/ou l'action A1 est attribuée par les règles Re2 et Re1, considérées séparément. Enfin, en fonction de la priorité de ces actions, une  
15 ligne 120 indique l'action AA correspondant à chaque feuille 102 résultant de l'application des deux règles Re1 et Re2 combinées. Ainsi, la ligne 120 reprend la ligne 111 en la complétant par l'action A2 pour celles des feuilles 102 pour lesquelles la ligne 110 attribue l'action A2 alors que la ligne 111 ne leur attribue aucune action. En outre, la ligne 120 attribue l'action par défaut O, aux  
20 feuilles 102 considérées dans aucune des deux lignes 110 et 111.

On utilise une mémoire Trie dont les registres successifs R0, R1, R2, ... comprennent tous seize cellules élémentaires. Un exemple de configuration de cette mémoire Trie correspondant à l'arbre d'analyse de la figure 3 est le suivant :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
R0	O	O	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
R1	O	O	O	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R2	O	O	O	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R3	O	O	O	A1	A1	A1	A1	A1	A1	O	O	O	O	O	O	O
R4																
R5																

Dans cette configuration de la mémoire Trie, le registre portier R0 est attribué à l'analyse de la valeur de x, et les registres R1, R2 et R3 à l'analyse de la valeur de y. R0 est donc le registre par lequel l'analyse de chaque couple (x, y) est commencée. Selon la valeur de x du couple (x, y) analysé, le registre R0 renvoie sur l'un des registres R1, R2 ou R3 pour la poursuite de l'analyse. Ce dernier registre indique alors, en fonction de la valeur de y du couple (x, y) analysé, l'action à effectuer associée à la feuille 102 de l'arbre d'analyse à laquelle aboutit le chemin qui correspond aux résultats successifs des analyses de x et de y. Selon cette configuration, 4 registres de mémoire Trie sont nécessaires pour permettre l'analyse de tous les couples possibles (x, y).

En analysant d'abord la valeur y, puis la valeur x, pour l'application des mêmes règles Re1 et Re2, on obtient un arbre d'analyse tel que représenté sur la figure 4. Des références identiques entre les figures 3 et 4 correspondent à des significations identiques. Sur la figure 4, les nœuds intermédiaires 103 correspondent aux résultats de l'analyse de la valeur de y, effectuée en premier, lorsque l'analyse de la valeur de x doit être effectuée ensuite. Pour chaque couple de nombres (x, y), cet arbre indique un même résultat d'application des règles Re1 et Re2, sous la forme de l'action AA indiquée par la ligne 120.

En appliquant, à partir l'arbre d'analyse de la figure 4, la même méthode que précédemment pour la configuration de la mémoire Trie, on obtient :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
R0	O	O	O	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
R1	O	O	A2	A2	A2	A2	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
R2	O	O	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	O	O	O	O
R3																
R4																

Ainsi, le classement selon l'invention des deux emplacements  $x$  et  $y$  permet, dans cet exemple, de réduire d'un registre la taille de la mémoire Trie nécessaire pour permettre l'application des mêmes règles de traitement.

Un deuxième exemple concerne un ensemble de règles appliquées à des triplets de nombres  $(x, y, z)$ , chacun de ces nombres étant encore un nombre hexadécimal :

- Règle Re1 : si  $x \geq A$  et  $3 \leq z \leq 8$ , alors on effectue une action A1 ;

- Règle Re2 : si  $x > 5$  et  $2 \leq y \leq 9$  et  $z \geq 6$ , alors on effectue une action A2 ;

10 - Règle Re3 : si  $3 \leq x \leq C$ , alors on effectue une action A3.

Dans cet exemple, la relation de priorité entre les trois règles est :  $Re2 > Re1 > Re3$ . Seule l'action la plus prioritaire est encore finalement affectée à chaque triplet, parmi par les actions attribuées par chacune des trois règles. Une action par défaut O est encore attribuée à un triplet  $(x, y, z)$  qui  
15 satisfait les conditions d'aucune des trois règles.

Ces trois règles définissent 5 intervalles pour le champ  $x$  :  $x < 3$ ,  $3 \leq x \leq 5$ ,  $5 < x < A$ ,  $A \leq x \leq C$ , et  $x > C$ , 3 intervalles pour le champ  $y$  :  $y < 2$ ,  $2 \leq y \leq 9$ , et  $y > 9$ , et 4 intervalles pour le champ  $z$  :  $z < 3$ ,  $3 \leq z < 6$ ,  $6 \leq z \leq 8$ , et  $z > 8$ .

20 La figure 5 représente un arbre d'analyse correspondant aux trois règles Re1, Re2 et Re3 précédentes, en analysant d'abord la valeur de  $x$ , puis la valeur de  $y$ , et enfin la valeur de  $z$ . Cet arbre d'analyse est construit de la même façon que les arbres des figures 3 et 4. Les références 100 et 120



- 23 -

possèdent les significations déjà introduites. Des nœuds 104 correspondent aux résultats de l'analyse de la valeur de  $x$  qui ne permettent pas de déterminer directement l'action indiquée par chaque règle, à savoir  $5 < x < A$ ,  $A \leq x \leq C$  et  $x > C$ . De même, des nœuds 105 correspondent aux résultats de l'analyse de la valeur de  $y$  lorsque l'analyse des triplets doit être encore poursuivie par l'analyse de la valeur de  $z$ . Selon les chemins, les feuilles 106 de l'arbre d'analyse sont reliées par des arcs directs aux nœuds 100, 104 ou 105.

Des lignes 112, 113 et 114 indiquent, pour chacune des feuilles 106, les actions respectivement indiquées par chacune des trois règles, prises dans l'ordre de priorité croissante. Une ligne 120 désigne l'action finale affectée à chaque triplet  $(x, y, z)$  en fonction de la priorité entre les actions indiquées par les trois règles.

On utilise, par exemple, encore une mémoire Trie à seize cellules élémentaires par registre. Dans ce cas, la configuration de la mémoire Trie, selon ce premier arbre d'analyse, nécessite autant de registres que de nœuds 100, 104 ou 105, soit 9 registres au total.

Un exemple de configuration de cette mémoire Trie correspondant à l'arbre d'analyse de la figure 5 est le suivant :

---

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
R0	O	O	O	A3	A3	A3	1	1	1	1	3	3	3	6	6	6
R1	A3	A3	2	2	2	2	2	2	2	2	A3	A3	A3	A3	A3	A3
R2	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
R4	A3	A3	A3	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
R5	A3	A3	A3	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R6	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
R7	O	O	O	A1	A1	A1	A1	A1	A1	O	O	O	O	O	O	O
R8	O	O	O	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R9																
R10																

De façon analogue, la figure 6 représente un arbre d'analyse correspondant aux règles Re1, Re2 et Re3 en analysant d'abord la valeur de y, puis la valeur de z, et, en dernier, celle de x, conformément à l'ordre croissant du nombre d'intervalles définis respectivement pour x, y et z. Deux nœuds intermédiaires 107 correspondent aux résultats de l'analyse des valeurs de y, effectuée en premier lieu, et six nœuds intermédiaires 108 aux résultats de l'analyse des valeurs de z, effectuée ensuite.

Dans cet arbre d'analyse de la figure 6, les sous-arbres correspondant aux résultats des analyses de y puis z suivants  $[(y < 2 \text{ ou } y > 9) \text{ et } (z < 3 \text{ ou } z > 8)]$  d'une part, et  $[2 \leq y \leq 9 \text{ et } z < 3]$  d'autre part, sont homologues. De même pour les sous-arbres  $[(y < 2 \text{ ou } y > 9) \text{ et } 3 \leq z \leq 8]$  d'une part, et  $[2 \leq y \leq 9 \text{ et } 3 \leq z < 6]$  d'autre part. Par ailleurs, sur la figure 6, les actions AA attribuées en fonction de la valeur de x, selon la ligne 120, pour des valeurs de y et z telles que  $[2 \leq y \leq 9 \text{ et } 6 \leq z \leq 8]$  d'une part et  $[2 \leq y \leq 9 \text{ et } z > 8]$  d'autre part sont identiques. L'arbre d'analyse de la figure 7 correspond alors à celui de la figure 6 en regroupant les sous-arbres homologues.

La configuration de la mémoire Trie, selon ce dernier arbre d'analyse,

nécessite autant de registres que de nœuds 100, 107 ou 108, soit 6 registres au total. Ainsi, 3 registres de mémoire Trie ont été économisés par rapport à la configuration de la mémoire Trie issue de l'arbre d'analyse de la figure 5. Un exemple de configuration de la mémoire Trie qui correspond à l'arbre d'analyse de la figure 7 est :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
R0	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1
R1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
R2	O	O	O	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	O	O	O
R3	O	O	O	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A1	A1	A1	A1	A1	A1
R4	2	2	2	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R5	O	O	O	A3	A3	A3	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
R6																
R7																

La figure 8 détaille les différentes étapes de la création d'un nouvel arc de l'arbre d'analyse selon le mode de mise en œuvre préféré du procédé de l'invention qui évite, dès la construction de l'arbre d'analyse, la création de sous-arbres homologues. Il s'agit de déterminer le point d'arrivée d'un nouvel

- 10 arc issu d'un nœud NP d'un p-ième étage de l'arbre d'analyse, et associé à un domaine D déterminé pour l'emplacement  $E_p$  associé au p-ième étage.

La méthode décrite est appliquée de façon récurrente à chaque étage de l'arbre d'analyse, pris selon l'ordre des emplacements respectivement associés aux étages. Cette méthode génère les nœuds de l'arbre d'analyse, en même temps qu'elle attribue à chaque nœud créé un sous-ensemble de règles. Ainsi, avant l'application de la présente méthode au nœud NP, un sous-ensemble  $\{R_j\}$  de règles est déjà associé à ce nœud, j étant un nombre entier de numérotation.

- 20 On suppose que chaque règle  $R_j$  attribue une action lorsque, pour certains emplacements, la chaîne binaire lue à cet emplacement est comprise

dans une plage de valeurs spécifiée par cette règle. Cette forme des règles  $R_j$  correspond à celle des exemples précédents.

Dans une première interrogation 200, on recherche celles des règles  $R_j$  dont une plage contient le domaine  $D$  pour lequel l'arc associé est en cours de création. Si aucune des règles  $R_j$  ne possède une plage contenant le  
 5 domaine  $D$ , alors le point d'arrivée de l'arc est une feuille 102, 106 associée à l'action définie par défaut  $O$ , selon l'étape 201.

Dans le cas positif, la seconde interrogation 210 consiste à rechercher parmi les règles  $R_{j_1}$  identifiées lors de l'étape 200, les règles  $R_{j_2}$  dont au moins  
 10 une plage correspond à un emplacement  $E_q$  postérieur à l'emplacement  $E_p$  selon l'ordre de tri des emplacements. Si aucune des règles  $R_{j_1}$  ne possède de plage correspondant à un emplacement postérieur à  $E_p$ , alors (étape 211) le point d'arrivée de l'arc est une feuille 102, 106 associée à l'action de la règle la plus prioritaire parmi les règles  $R_{j_1}$  identifiées à l'étape 200.

Dans le cas où des règles  $R_{j_2}$  sont identifiées lors de l'étape 210, on  
 15 recherche alors, dans une étape 220, si un nœud  $NP^{+1}$  déjà créé dans l'étage  $(p+1)$  de l'arbre d'analyse est associé au sous-ensemble  $\{R_{j_2}\}$  des règles identifiées. Dans le cas affirmatif, ce nœud est le point d'arrivée du nouvel arc issu du nœud  $NP$  (étape 222). Dans le cas négatif, un nouveau  
 20 nœud  $NP^{+1}$  est créé dans l'étage  $(p+1)$  et associé au sous-ensemble  $\{R_{j_2}\}$  des règles identifiées lors de l'étape 210 (étape 221).

Cette analyse est répétée pour chacun des domaines  $D$  déterminés pour l'emplacement  $E_p$ , afin d'établir l'arc issu du nœud  $NP$  associé à chacun d'eux. Elle est ensuite répétée de façon identique pour un nœud suivant du  
 25  $p$ -ième étage de l'arbre d'analyse, jusqu'à épuisement des nœuds de cet étage. Enfin, elle est encore itérée pour tous les nœuds de l'étage suivant  $(p+1)$ , de façon à poursuivre la construction de l'arbre d'analyse.

Cette méthode de création de nouveaux arcs est mise en œuvre pour la construction d'un quatrième arbre correspondant aux règles données en

référence à la figure 5. De même que pour la figure 6, les emplacements sont classés selon l'ordre objet de l'invention. L'arbre résultant est représenté sur la figure 9.

Pour chaque nœud de l'arbre est indiqué le sous-ensemble de  
5 règles  $\{R_{j2}\}$  associés à ce nœud. Pour les feuilles 106, la ligne 121 indiquent les règles  $R_{j1}$  qui déterminent, en fonction de leurs priorités relatives, les actions associées à ces feuilles et indiquées par la ligne 120.

Les différents exemples de configuration de mémoire Trie détaillés dans cette demande de brevet montrent l'intérêt du procédé de l'invention pour  
10 la configuration d'une mémoire Trie. Ce procédé, grâce au classement des emplacements, éventuellement combiné avec le regroupement des sous-arbres d'analyse homologues, permet de réduire le nombre de registres nécessaires d'une mémoire Trie utilisée pour affecter à des cellules ATM des actions désignées par des règles fixées. Les réductions obtenues dans les  
15 exemples présentés sont en relation avec la simplicité de ces exemples. Pour des politiques de contrôle d'accès réelles, les réductions obtenues par l'application des mêmes principes peuvent être conséquentes, selon les cas, en fonction du nombre de règles, du nombre et de la taille des champs considérés, et des intervalles élémentaires associés aux champs.

---

20 Dans la pratique, la configuration de la mémoire Trie selon l'invention est effectuée au fur et à mesure de l'introduction de nouvelles règles, ou de la suppression de règles, au niveau du gestionnaire de contrôle d'accès. Ce gestionnaire comprend un module de compilation qui construit et modifie les arbres d'analyse en fonction des actualisations de règles introduites, avant de  
25 modifier la configuration existante de la mémoire Trie.



## REVENICATIONS

1. Procédé de configuration d'une mémoire associative de type Trie pour le traitement de paquets de données en fonction d'un ensemble de règles, la mémoire Trie étant utilisée pour l'analyse de chaînes binaires situées à des emplacements déterminés de chaque paquet de données, chaque règle attribuant une action (110-114) à un paquet en fonction des valeurs desdites chaînes binaires, la mémoire Trie comportant des registres composés d'un nombre déterminé de cellules élémentaires pour recevoir des références respectives, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- 5
- 10 a- pour chacun desdits emplacements, on définit des intervalles élémentaires consécutifs couvrant des valeurs de chaîne binaire pouvant apparaître audit emplacement, chaque intervalle élémentaire étant tel que l'action (110-114) attribuée par chacune des règles ne soit pas modifiée par un changement, à l'intérieur
- 15 dudit intervalle élémentaire, de la valeur de la chaîne binaire située audit emplacement dans un paquet traité ;
- b- on dénombre les intervalles élémentaires définis pour chaque emplacement et on trie les emplacements dans un ordre tel que l'emplacement pour lequel le plus grand nombre d'intervalles
- 20 élémentaires a été défini soit placé en dernier ;
- c- on traduit l'ensemble de règles en un arbre d'analyse des paquets, comprenant des nœuds (100, 101, 103-105, 107, 108) répartis en étages successifs respectivement associés aux emplacements considérés dans ledit ordre, des arcs (130, 131), et des feuilles (102,
- 25 106) correspondant à des actions attribuables par les règles (120), le premier étage de l'arbre comprenant un unique nœud (100) appelé racine de l'arbre d'analyse,
- chaque arc ayant un nœud de départ associé à un emplacement et un point d'arrivée consistant soit en un nœud de
- 30 l'étage suivant celui du nœud de départ soit en une feuille, et étant

associé à un domaine respectif de valeurs de chaîne binaire possibles audit emplacement,

l'arbre d'analyse définissant des chemins consistant chacun en une suite de n arcs (130, 131), n étant un entier au moins égal à 1, le premier arc de la suite étant la racine de l'arbre d'analyse,

le point d'arrivée de chaque arc d'un chemin autre que le dernier arc étant le nœud de départ de l'arc suivant dudit chemin, et le point d'arrivée du dernier arc du chemin étant une feuille (102, 106) correspondant à une action attribuée d'après l'ensemble des règles à chaque paquet ayant, aux n emplacements respectivement associés aux étages des nœuds de départ des n arcs du chemin, des valeurs de chaîne binaire tombant dans les n domaines respectivement associés auxdits arcs ;

d- on alloue un groupe de registres de la mémoire Trie incluant un registre portier à chaque nœud (100, 101, 103-105, 107, 108) de l'arbre d'analyse appartenant à un étage associé à un emplacement, et on enregistre dans les cellules dudit groupe de registres des références telles qu'en analysant à partir du registre portier la valeur de chaîne binaire contenue audit emplacement dans un paquet, on obtienne une référence finale dépendant de quel domaine contient ladite valeur parmi les domaines de valeurs associés aux arcs ayant ledit nœud comme nœud de départ et telle que :

si l'arc associé (131) au domaine contenant ladite valeur a pour point d'arrivée une feuille (102, 106) correspondant à une action (120), la référence finale désigne ladite action comme étant attribuée au paquet, et

si l'arc (130) associé au domaine contenant ladite valeur a un autre nœud (101, 103-105, 107, 108) de l'étage suivant pour point d'arrivée, la référence finale désigne ledit autre nœud pour poursuivre en analysant la valeur de chaîne binaire contenue dans le paquet à l'emplacement associé audit étage suivant.

2. Procédé selon la revendication 1, suivant lequel, lors de l'étape b, on trie lesdits emplacements dans l'ordre des nombres croissants d'intervalles élémentaires.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, suivant lequel les intervalles  
5 élémentaires définis pour chaque emplacement comprennent des bornes d'intervalle, et suivant lequel chaque borne d'intervalle correspond au changement d'une action (110-114) attribuable par au moins une règle.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la traduction de l'ensemble de règles est telle qu'au moins un  
10 nœud de l'arbre d'analyse soit le point d'arrivée de plusieurs arcs issus de nœuds de départ distincts de l'étage précédent.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un sous-arbre est associé à chaque nœud de l'arbre d'analyse autre que la racine de l'arbre d'analyse, ledit sous-arbre ayant une racine  
15 constituée par ledit nœud et étant composé des nœuds, des arcs et des feuilles rencontrés à partir dudit nœud le long des différents chemins passant par ledit nœud, et dans lequel la traduction de l'ensemble de règles est opérée de façon telle que l'arbre d'analyse n'inclue pas de premier et second sous-  
20 arbres ayant des racines distinctes et tels qu'on puisse apparier leurs nœuds respectifs, leurs arcs respectifs et leurs feuilles respectives, de telle sorte que chaque nœud du premier sous-arbre soit apparié à un nœud du second sous-  
arbre appartenant au même étage, que chaque feuille du premier sous-arbre soit appariée à une feuille du second sous-arbre correspondant à une même  
25 action, et que deux arcs appariés des premier et second sous-arbres aient des nœuds de départ appariés et des points d'arrivée appariés et soient associés au même domaine de valeurs.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque règle de l'ensemble est définie par une action et des  
30 plages de valeurs correspondant respectivement à certains au moins des emplacements, et attribue ladite action aux paquets ayant, auxdits

emplacements, des valeurs de chaînes binaires tombant respectivement dans lesdites plages.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on associe un sous-ensemble de règles à chaque nœud d'un  $(p+1)$ -ième étage de l'arbre d'analyse,  $p$  étant un entier plus grand que 0, ledit sous-ensemble étant composé des règles de l'ensemble telles que chaque plage de valeurs correspondant à un emplacement associé à l'un des  $p$  premiers étages de l'arbre ait un recouvrement non vide avec le domaine de valeurs associé à l'arc de chaque chemin passant par ledit nœud et ayant son nœud de départ dans ledit étage.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel on associe au nœud racine un sous-ensemble constitué par l'ensemble des règles, et dans lequel la traduction de l'ensemble de règles comprend les étapes suivantes pour chaque nœud du  $p$ -ième étage associé à un premier sous-ensemble de règles :

- 15 - déterminer des domaines de valeurs couvrant des valeurs de chaîne binaire pouvant apparaître au  $p$ -ième emplacement selon ledit ordre, chaque domaine étant tel que l'action attribuée par chacune des règles du premier sous-ensemble ne soit pas modifiée par un changement, à

~~l'intérieur dudit domaine, de la valeur de la chaîne binaire située au~~  
20  $p$ -ième emplacement dans un paquet traité ; et

- pour chacun desdits domaines de valeurs :

- générer un arc associé audit domaine, ayant ledit nœud du  $p$ -ième étage pour nœud de départ ;

- détecter chaque règle du premier sous-ensemble qui est définie par au moins une plage de valeurs incluant ledit domaine ;

- si aucune règle n'est détectée, affecter une feuille de l'arbre correspondant à une action par défaut comme point d'arrivée dudit arc ;

- si pour chaque règle détectée, aucune plage de valeurs ne correspond à l'un quelconque des emplacements suivant le  $p$ -ième

emplacement selon ledit ordre, affecter une feuille de l'arbre correspondant à une action d'une règle détectée comme point d'arrivée dudit arc ;

- si pour au moins une règle détectée, une plage de valeurs correspond à l'un des emplacements suivant le p-ième emplacement selon ledit ordre, affecter un nœud du (p+1)-ième étage de l'arbre comme point d'arrivée dudit arc, ledit nœud du (p+1)-ième étage étant associé à un second sous-ensemble composé des règles détectées du premier sous-ensemble.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel des priorités sont respectivement allouées aux règles de l'ensemble, et dans lequel lorsque plusieurs règles sont détectées et aucune de leurs plages de valeurs ne correspond à l'un des emplacements suivant le p-ième emplacement, l'action correspondant à la feuille de l'arbre affectée audit arc est celle de l'une des règles détectées, sélectionnée sur la base des priorités allouées.

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, dans lequel on exécute les étapes suivantes lorsqu'on a détecté au moins une règle ayant une plage de valeurs correspondant à l'un des emplacements suivant le p-ième emplacement :

- rechercher s'il a déjà été généré un nœud du (p+1)-ième étage de l'arbre associé au second sous-ensemble ;
- si la recherche échoue, générer un tel nœud dans le (p+1)-ième étage ;
- si la recherche identifie un nœud du (p+1)-ième étage, affecter le nœud identifié comme point d'arrivée dudit arc.

11. Dispositif de traitement de paquets de données comprenant une mémoire associative de type Trie et un contrôleur adapté pour mettre en œuvre un procédé de configuration de la mémoire Trie selon l'une quelconque des revendications précédentes.

12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel les paquets de données sont des cellules ATM porteuses de trames AAL 5.

- 33 -

13. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel les paquets de données sont des paquets IP.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, agencé pour l'acheminement par un réseau de communication de paquets de données en fonction de règles d'acheminement appliquées auxdits paquets.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, agencé pour le contrôle d'accès à un réseau de communication par des paquets de données en fonction de règles de contrôle d'accès à ce réseau appliquées auxdits paquets.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, agencé pour l'acquisition d'informations concernant des paquets de données transmis par un réseau de communication.

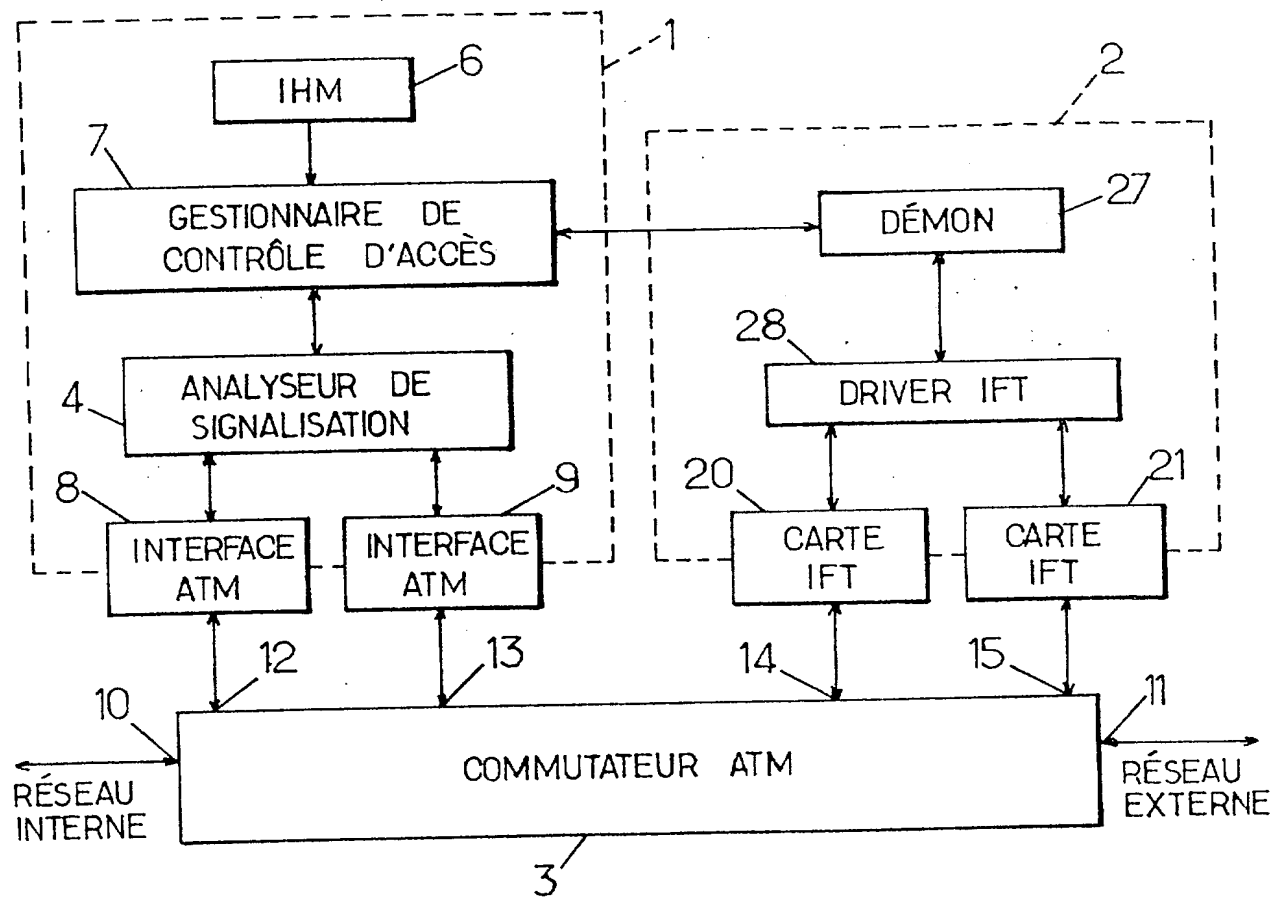


FIG.1.

Octet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CLIP1	En-tête ATM					AA	AA	03	00	00	00	08
CLIP2						45		Longueur				D
Octet	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLIP1	XX	45		Longueur				D			P	
CLIP2			P			IP SRC ADDRESS			IP DST ADDR-			
Octet	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
CLIP1		IP SRC ADDRESS			IP DST ADDRESS			SRC PORT		DST		
CLIP2	ESS	SRC PORT	DST PORT					UD				
Octet	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
CLIP1	PORT			UD								
CLIP2									TD			
Octet	49	50	51	52	53							
CLIP1												
CLIP2												

FIG.2.



F/G/3.

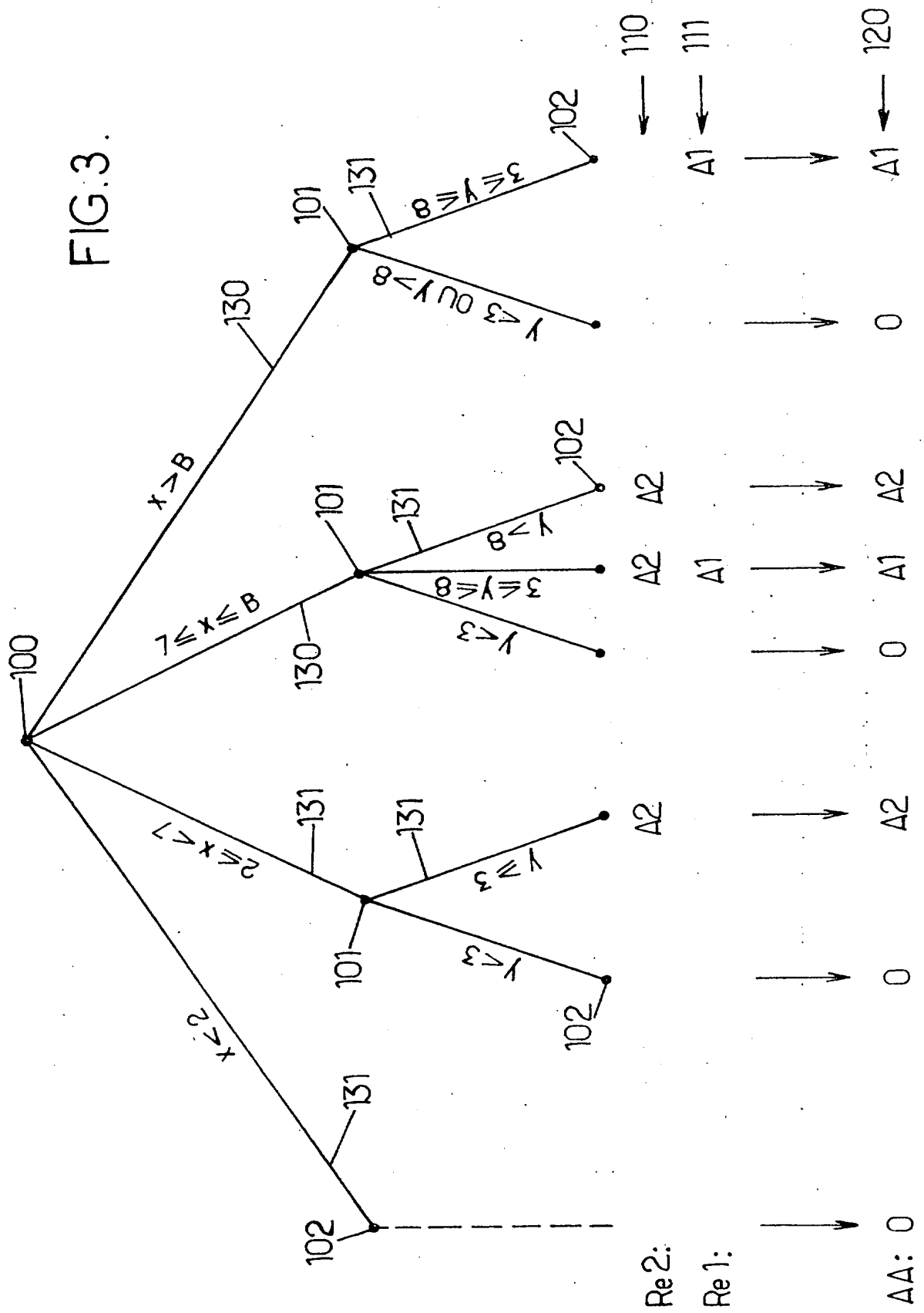
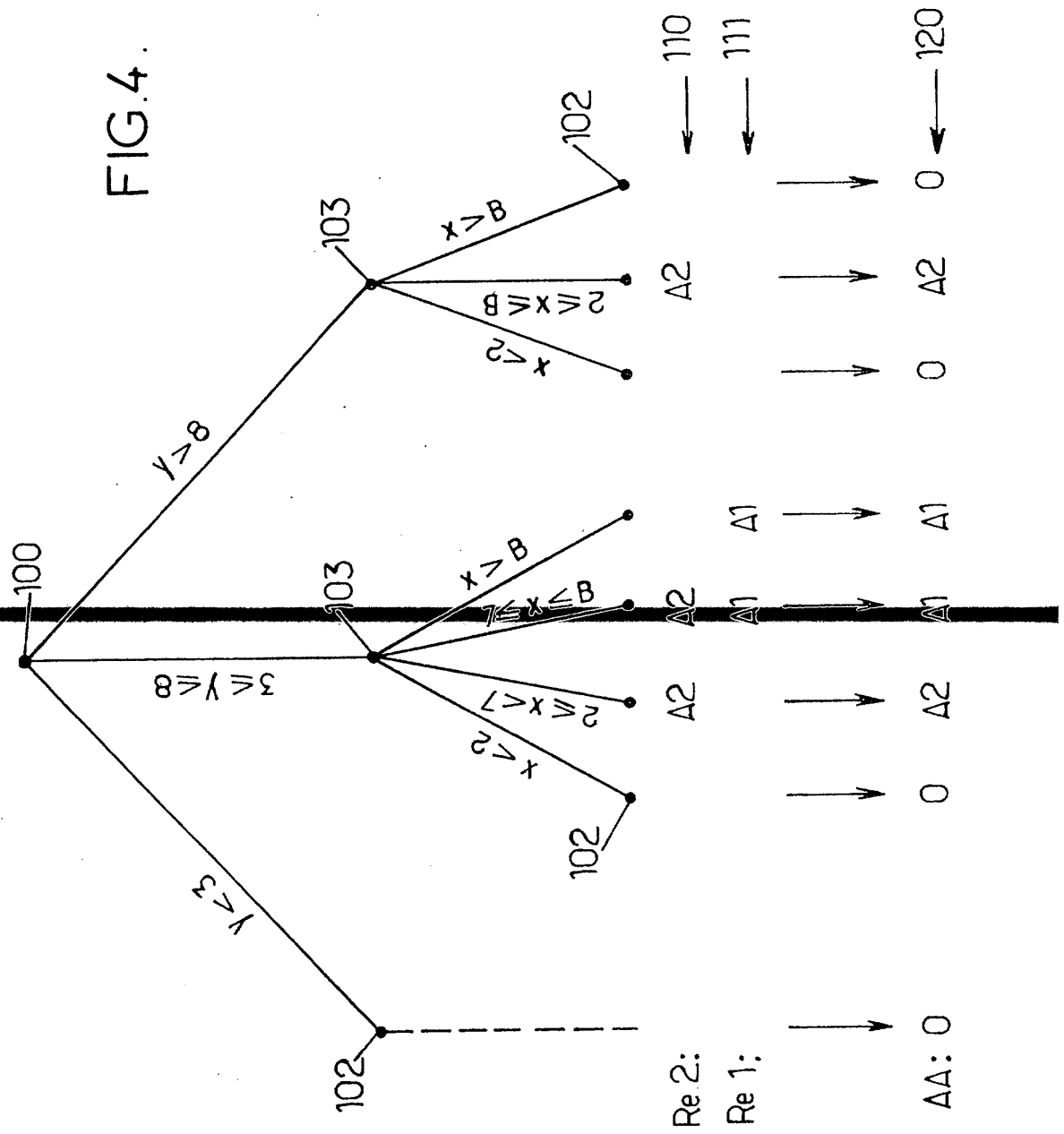


FIG.4.



5.5.5.

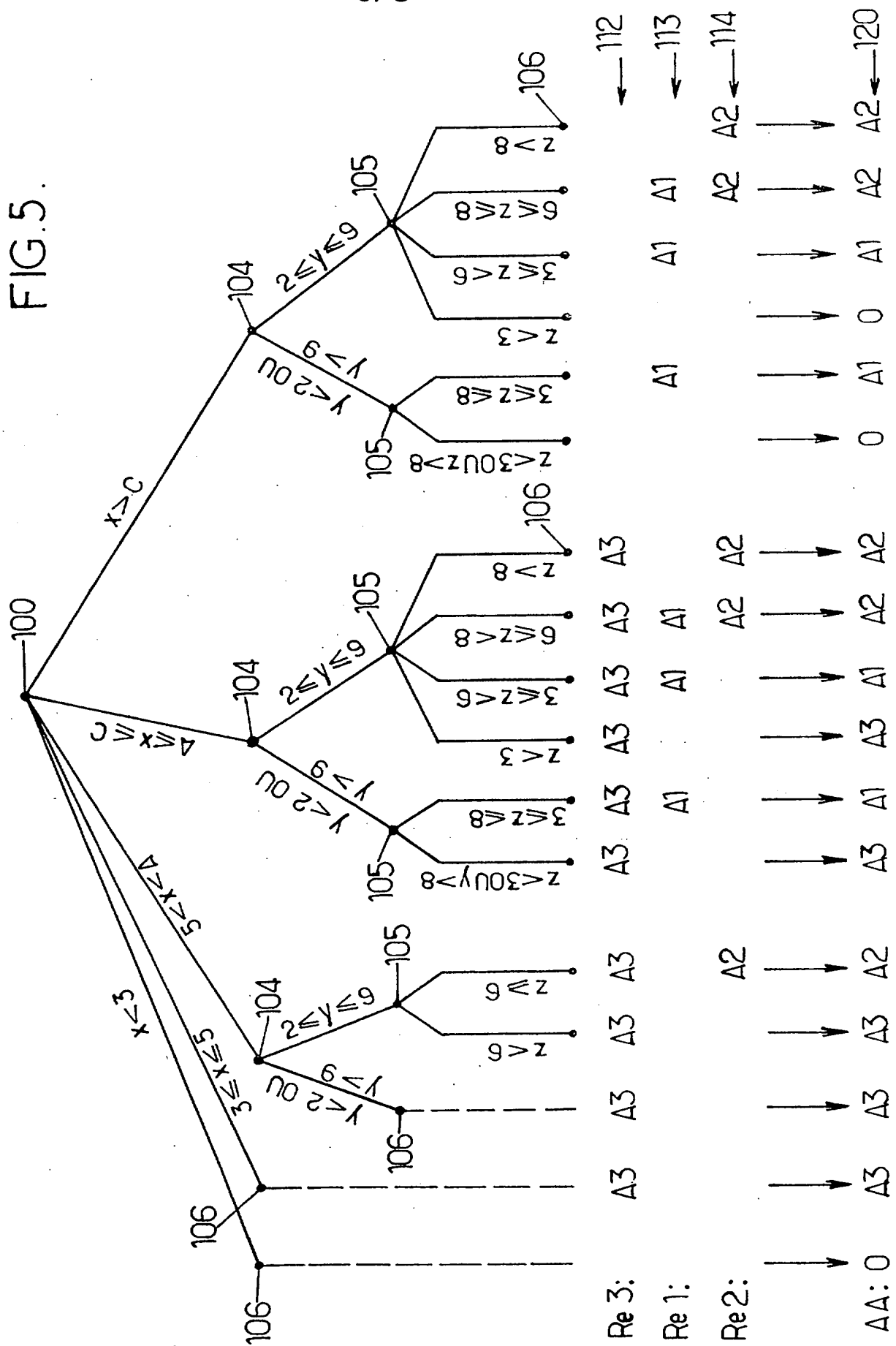


FIG. 5.

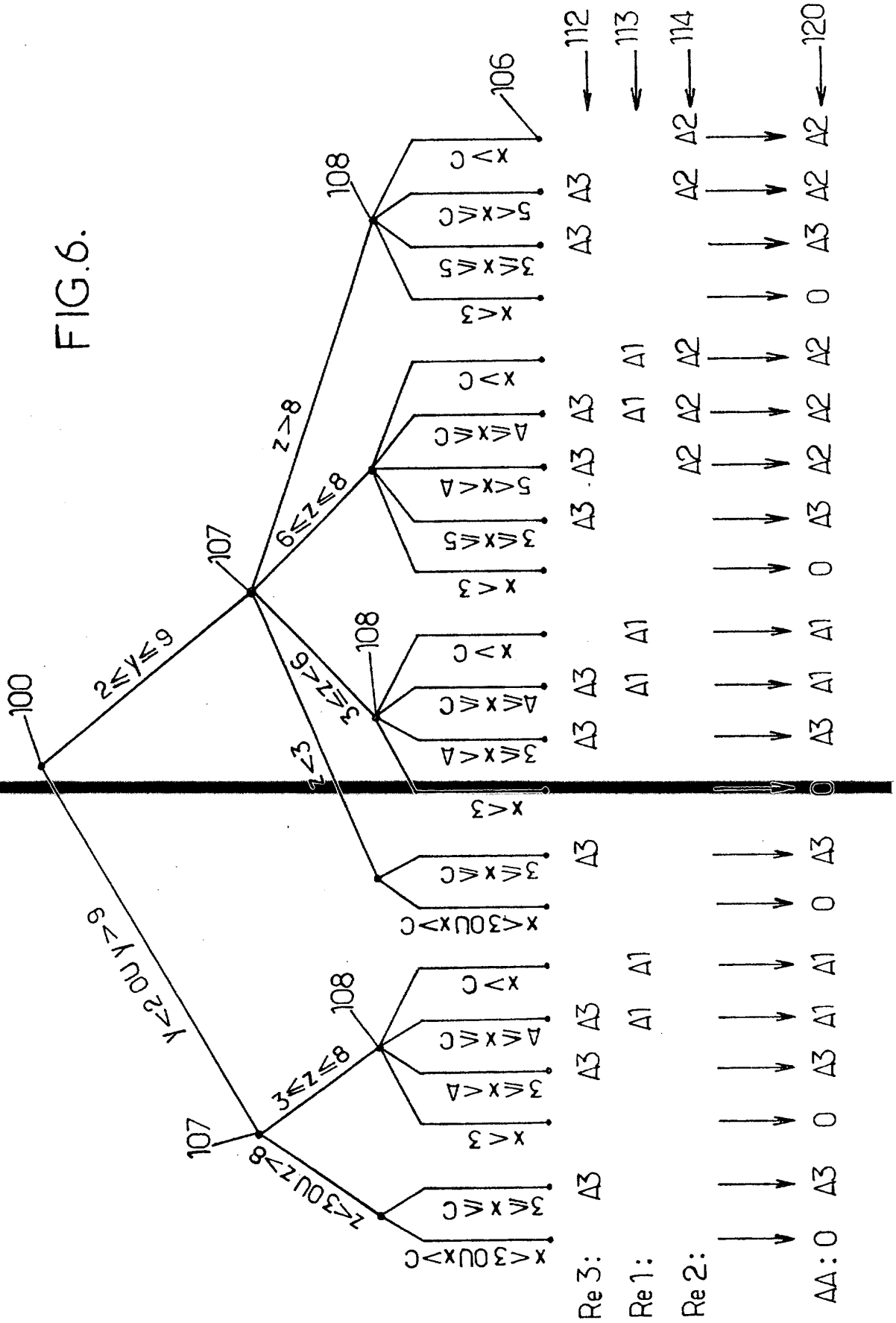
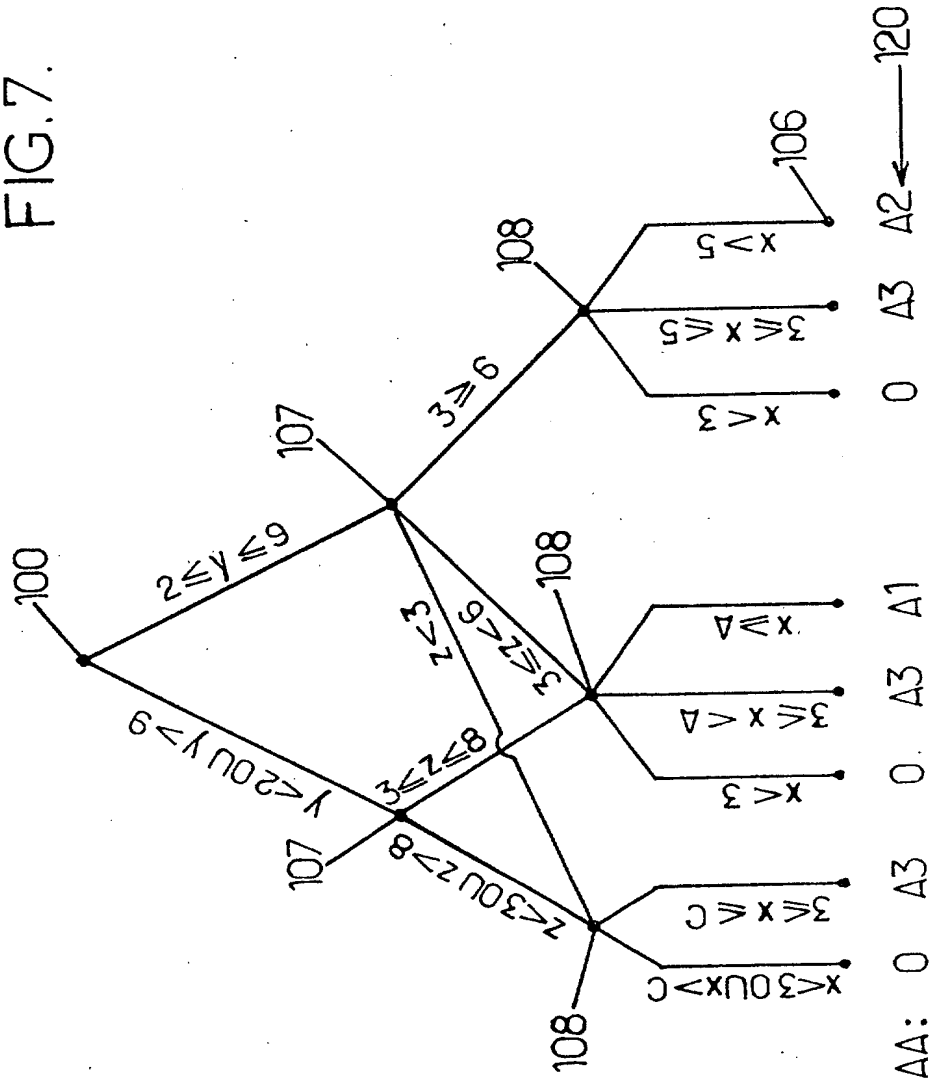


FIG.7.



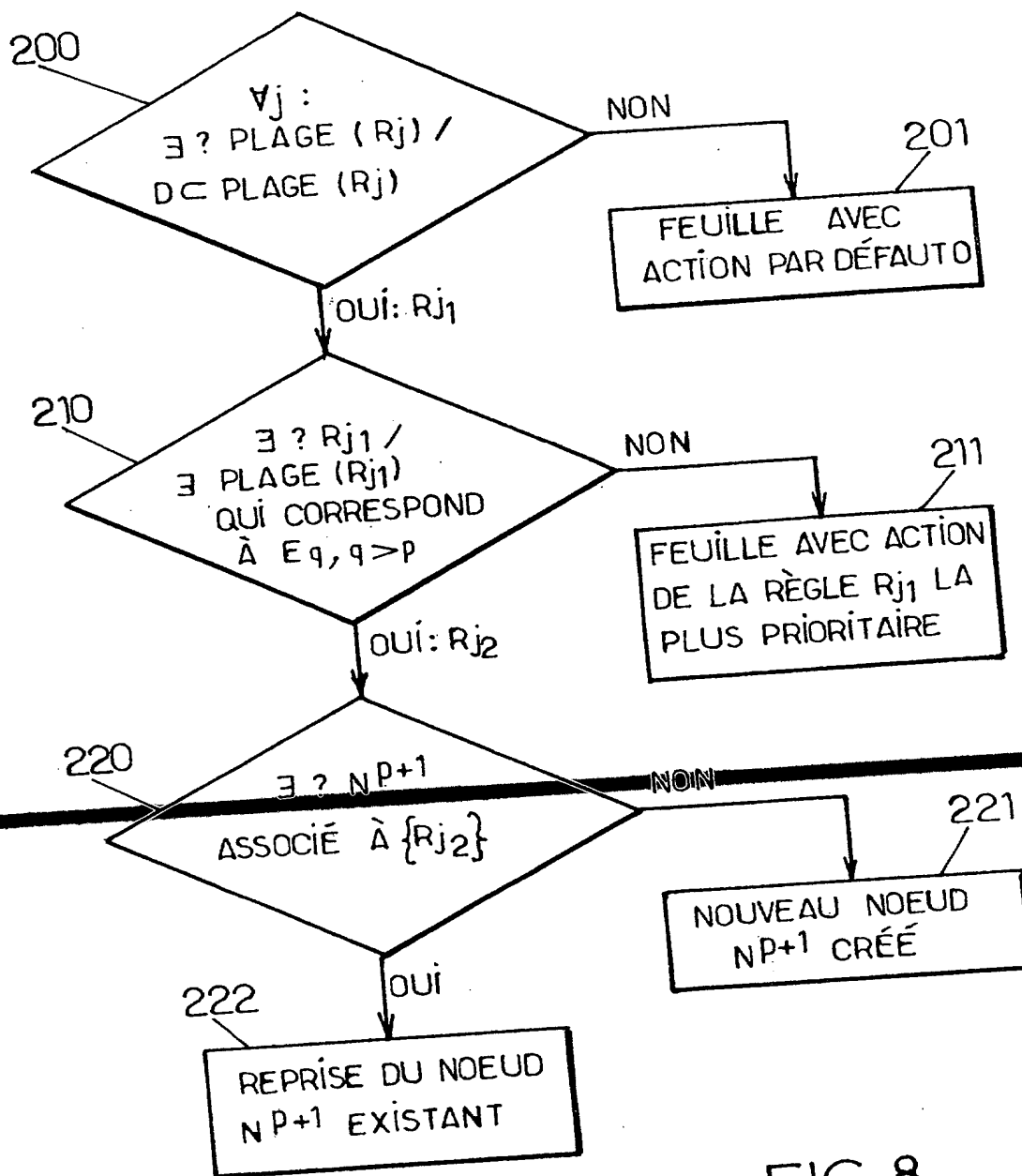
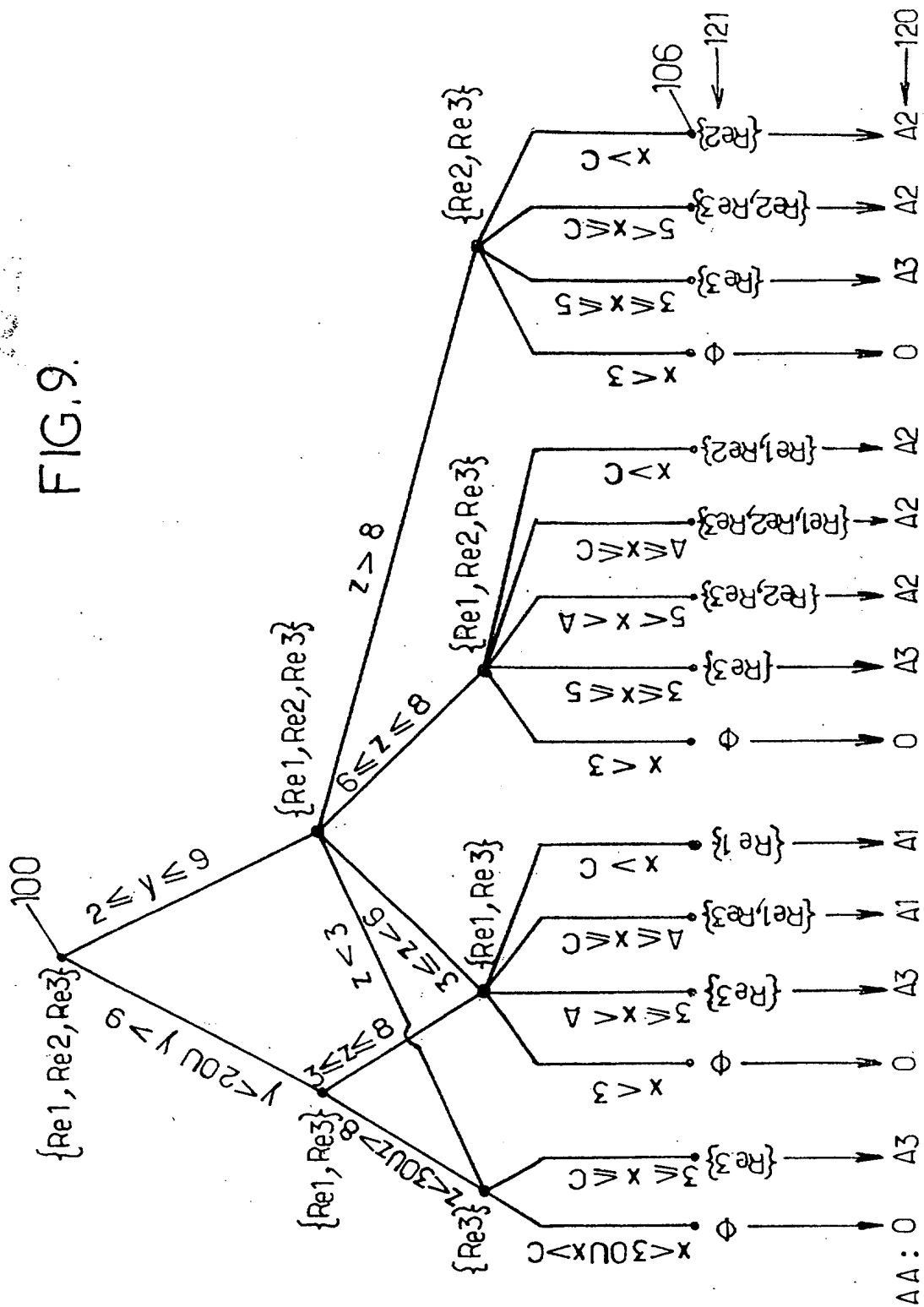


FIG. 8.

FIG. 9.



reçue le 01/03/02



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235'02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 2.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 300301

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BLO/PHB/NC/BFF010310	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0201708	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDE DE CONFIGURATION D'UNE MÉMOIRE TRIÉ POUR LE TRAITEMENT DE PAQUETS DE DONNÉES, ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE PAQUETS METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCÉDE			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
FRANCE TELECOM			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		PAUL Olivier	
Prénoms			
Adresse	Rue	Route de Gouze 64370 ARTHEZ de BEARN FRANCE	
	Code postal et ville	[ ][ ][ ][ ][ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GOMBAULT Sylvain	
Prénoms		22, rue Marie Rouault 35000 RENNES FRANCE	
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	[ ][ ][ ][ ][ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		LAURENT MAKNAVICIUS Maryline	
Prénoms		16, villa la Bruyère 91080 COURCOURONNES FRANCE	
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	[ ][ ][ ][ ][ ]	
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Le 11 février 2002  CABINET PLASSERAUD  Bertrand LOISEL  CPI N° 940311	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2. / 2.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 300301

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		BLO/PHB/NC/BFF010310	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0201705	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDE DE CONFIGURATION D'UNE MÉMOIRE TRIÉ POUR LE TRAITEMENT DE PAQUETS DE DONNÉES, ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DE PAQUETS METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCÉDE			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> FRANCE TELECOM			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		LATTMANN Joël	
<b>Prénoms</b>			
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	7bis, rue de Malnoue 77420 CHAMPS SUR MARNE FRANCE	
	<b>Code postal et ville</b>		
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		DURET Christian	
<b>Prénoms</b>			
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	108, avenue de la Paix 92320 CHATILLON FRANCE	
	<b>Code postal et ville</b>		
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		GUESDON Hervé	
<b>Prénoms</b>			
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	9, rue Servan 38000 GRENOBLE FRANCE	
	<b>Code postal et ville</b>		
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		Le 11 février 2002  CABINET PLASSERAUD  Bertrand LOISEL  CPI N° 940311	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

---